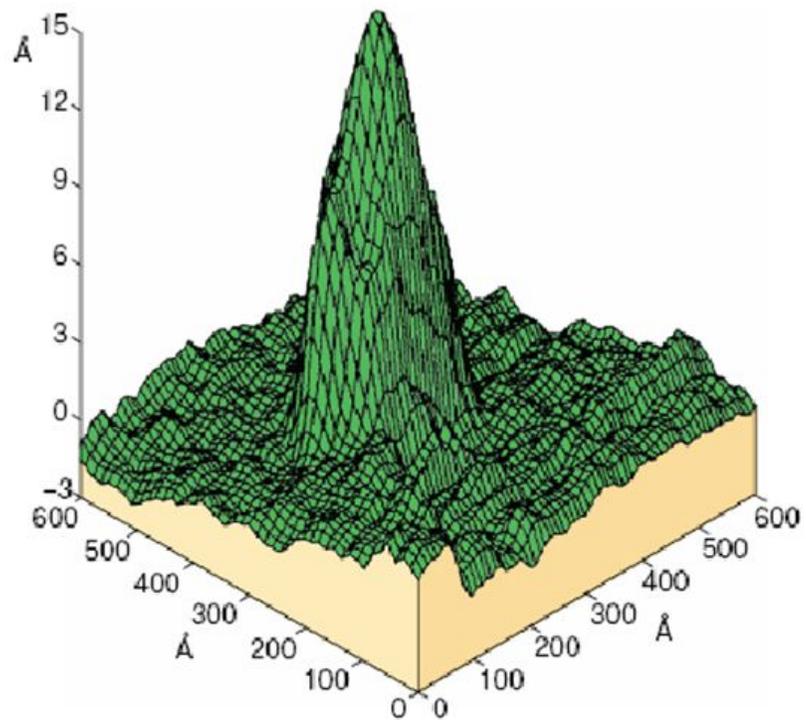


Нанотехнологии. Физика.

Урок 3. Классификация наноматериалов.

Автор: Гурьянова С.А.- учитель физики МБОУ СОШ №1 г. Ковдора Мурманской области



Повторим!

Наноматериалы

Что означает «нано»?

Nano – по-гречески означает «карлик». Приставка “nano” обозначает 10^{-9} .

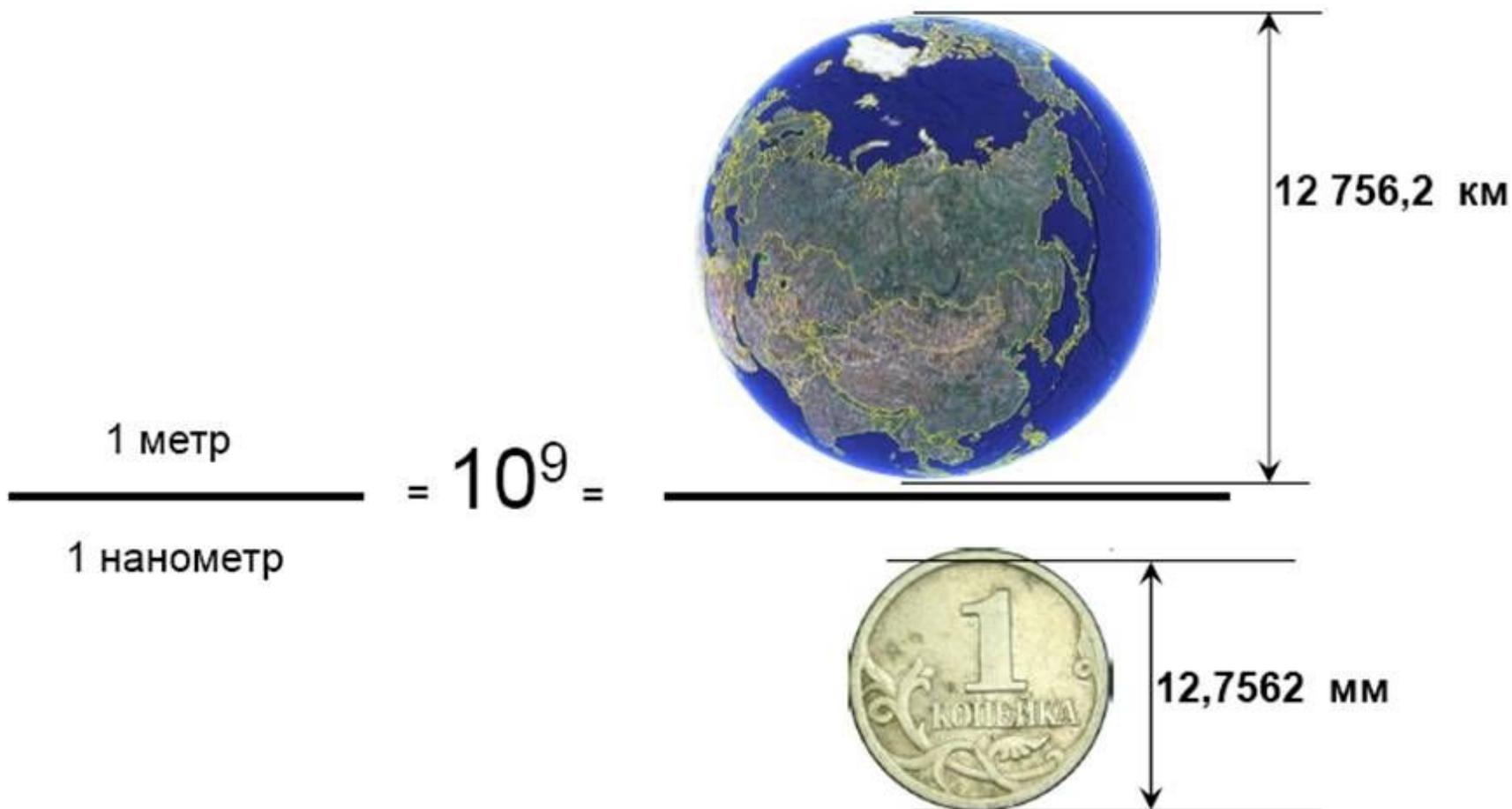
В международной системе единиц СИ основной единицей длины является метр. Диапазон размеров надмолекулярных структур соответствует единицам и десяткам нанометров.

Поэтому такие надмолекулярные структуры называют наноструктурами, а технологии их получения – нанотехнологией.

«Если при уменьшении объема какого-либо вещества по одной, двум или трем координатам до размеров нанометрового масштаба возникает новое качество, или это качество возникает в композиции из таких объектов, то эти образования следует отнести к наноматериалам, а технологии их получения и дальнейшую работу с ними - к нанотехнологиям.»

Ж.И. Алферов. «Микросистемная техника» №8, 2003, стр. 3 – 13

СРАВНИ



СРАВНИ

«Если при уменьшении объема какого-либо вещества по одной, двум или трем координатам до размеров нанометрового масштаба возникает новое качество, или это качество возникает в композиции из таких объектов, то эти образования следует отнести к наноматериалам, а технологии их получения и дальнейшую работу с ними - к нанотехнологиям.»

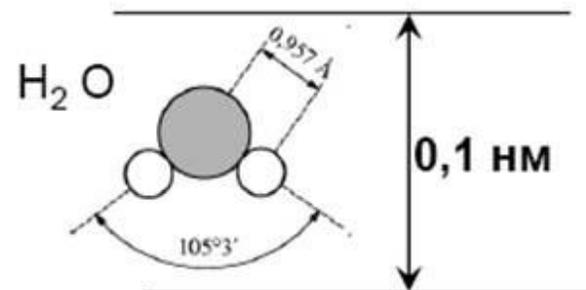
Ж.И. Алферов. «Микросистемная техника» №8, 2003, стр. 3 – 13

Линейный размер структурных единиц наноматериалов изменяется в пределах примерно от 1 до 1000 атомных (молекулярных) слоев.

Объем – от 10^3 до 10^6 атомов (молекул).

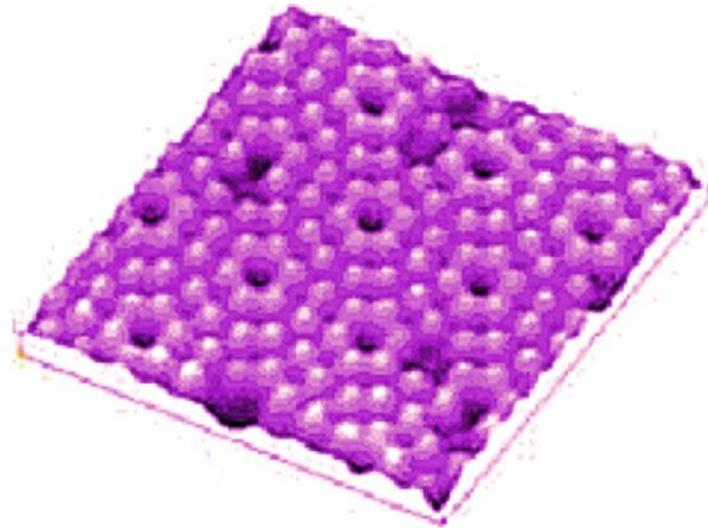


1 нанометр



Методы исследования в нанотехнологиях

- **Электронная микроскопия:**
 - Просвечивающая электронная микроскопия;
 - Растровая электронная микроскопия (РЭМ).
- **Спектральные методы исследования:**
 - Электронная Оже-спектроскопия (AES);
 - Масс-спектроскопия вторичных ионов;
 - Лазерный микрозондовый анализ.
- **Сканирующие зондовые методы исследования:**
 - Сканирующая туннельная микроскопия (STM);
 - Атомно-силовая микроскопия (AFM);
 - Магнитосиловая зондовая микроскопия (MFM);
 - Сканирующая микроскопия ближней оптической зоны (SNOM).



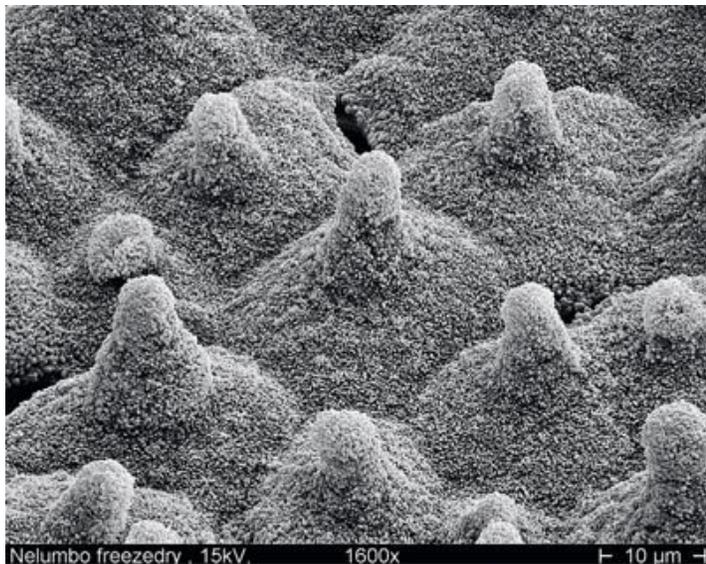
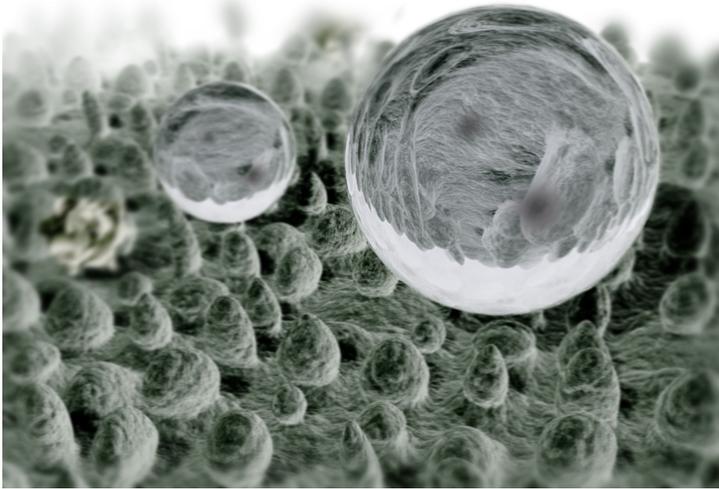
Придумано природой



- **Лотос – эффект.** В Китае лотос символизирует целомудрие, так как, произрастая в илистых водоемах, лотос сохраняет свою чистоту и очарование
- Листья лотоса обладают удивительным свойством отталкивать капли воды. Если их целиком окунуть в грязную воду, на них не останется ни единого пятнышка. Любая влага, попадающая на лист, тут же собирается в шарики и падает вниз, забирая с собой частички пыли и грязи. Дождевая вода отскакивает от листа

Лотос - эффект

- Только с изобретением электронного микроскопа секрет лотоса стал известен. Все дело – в микроскопических бугорках, которыми покрыты листья. А бугорки, в свою очередь, покрыты еще более мелкими нановолосками. Капля воды, попадая на такую бугристую поверхность, не может равномерно расположиться на ней, т.к. этому мешают силы поверхностного натяжения. Поэтому капли скатываются с поверхности листа, не оставляя следа и смывая грязь, пыль и бактерии. Природа таким оригинальным образом защищается от загрязнений и вредоносных микроорганизмов. Такой эффект свойственен не только лотосу, но и ряду других растений — камышу, кактусу, тюльпану и даже обыкновенной капусте. Способности к самоочищению были замечены и у некоторых насекомых. Как оказалось, ими обладают крылья бабочек и стрекоз.
- В начале 1990-х годов учёным удалось воспроизвести природный механизм самоочищения в лаборатории на



- К наноматериалам условно относят дисперсные и массивные материалы, содержащие структурные элементы (зерна, кристаллиты, блоки, кластеры), геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками. К нанотехнологиям можно отнести технологии, обеспечивающие возможность контролируемым образом создавать и модифицировать наноматериалы, а также осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба.



Рис. Классификация наноматериалов.

Основные типы структур наноматериалов

Свойства наноматериалов в значительной степени определяются характером распределения, формой и химическим составом кристаллитов (наноразмерных элементов), из которых они состоят. В связи с этим целесообразно классифицировать структуры наноматериалов по этим признакам (рис.).

По форме кристаллитов наноматериалы можно разделить на слоистые (пластинчатые), волокнистые (столбчатые) и равноосные. Разумеется толщина слоя, диаметр волокна и размер зерна при этом принимают значения порядка 100 нм и менее.

Исходя из особенностей химического состава кристаллитов и их границ обычно выделяют четыре группы наноматериалов. К первой относят такие материалы, у которых химический состав кристаллитов и границ раздела одинаковы. Их называют также однофазными.

Примерами таких материалов являются чистые металлы с нанокристаллической равноосной структурой и слоистые поликристаллические полимеры

- Ко второй группе относят материалы, у которых состав кристаллитов различается, но границы являются идентичными по своему химическому составу.
- Третья группа включает наноматериалы, у которых как кристаллиты, так и границы имеют различный химический состав. Четвертую группу представляют наноматериалы, в которых наноразмерные выделения (частицы, волокна, слои) распределены в матрице, имеющей другой химический состав. К этой группе относятся в частности дисперсно-упрочненные материалы.

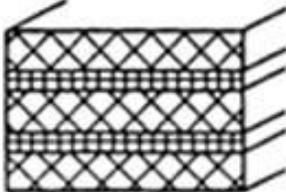
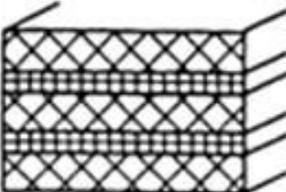
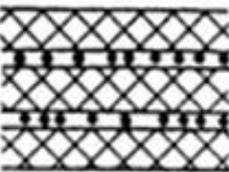
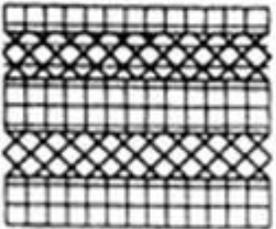
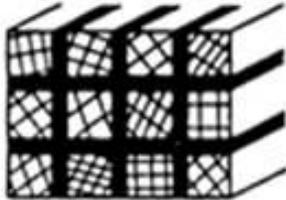
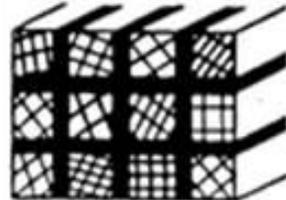
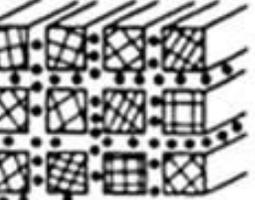
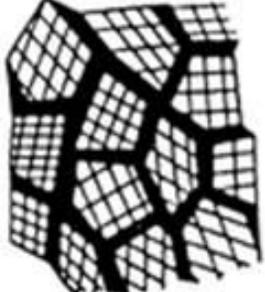
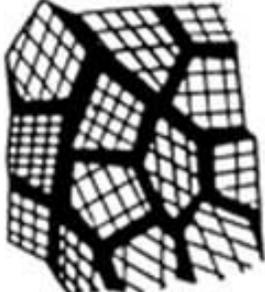
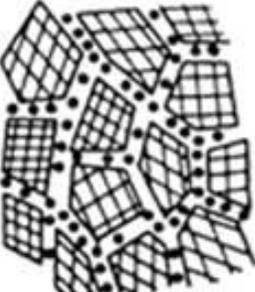
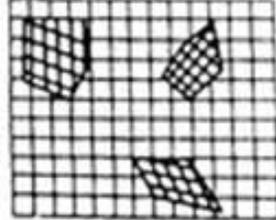
Характер распределения	кристаллитное			матричное
Химический состав	состав кристаллитов и границ одинаковый	состав кристаллитов различен при одинаковом составе границ	состав и кристаллитов и границ различный	кристаллиты распределены в матрице другого состава
Форма кристаллитов:				
Слоистая				
Волокнистая				
Равноосная				

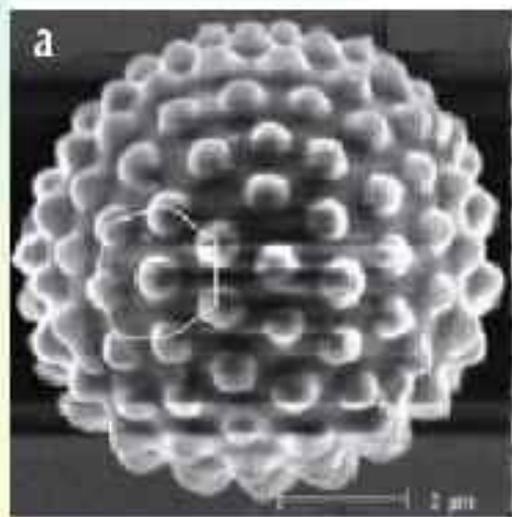
Рис. Основные типы структуры наноматериалов

Наночастицы. Нанокластеры.

Наночастицами называют частицы, размер которых меньше 100 нм;

Наночастицы состоят из 10^8 или меньшего количества атомов, их свойства отличаются от свойств объемного вещества.

Наночастицы, размеры которых по каждому из трех направлений не превышают 10 нм, называют **нанокластерами**



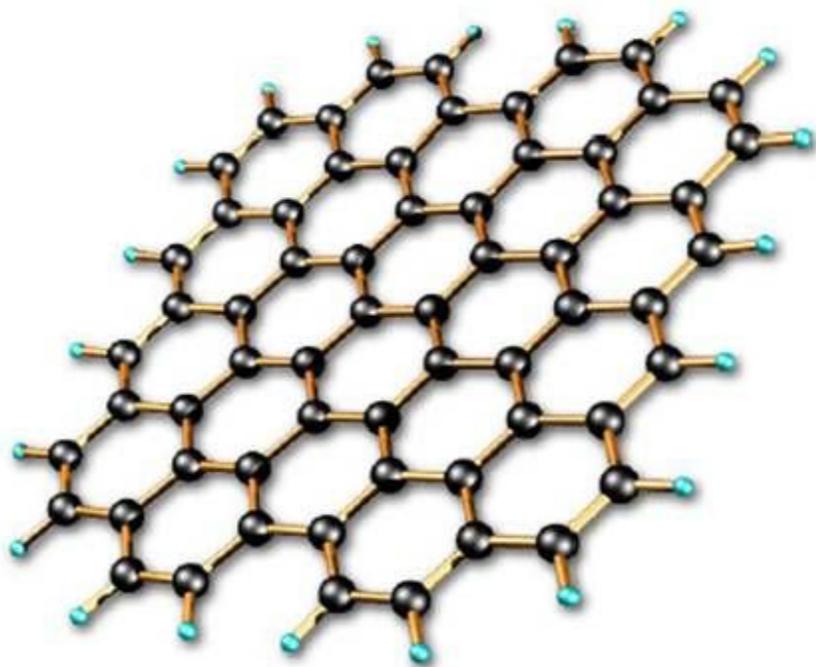
Примеры реальных нанокластеров (а, в) и живого цветка (б).

ФУЛЛЕРЕНЫ, ФУЛЛЕРИТЫ, НАНОТРУБКИ

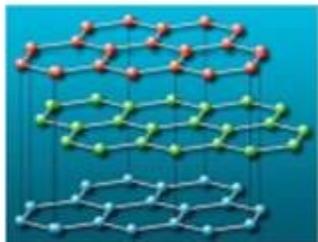
- Углерод является достаточно распространенным элементом. В твердом состоянии в природе он присутствует в виде графита и алмаза. Искусственно были созданы также такие модификации углерода, как карбин и лонсдейлит. Последний был также обнаружен в составе метеоритов. В 1985 г. при исследовании паров графита, полученных испарением лазерным лучом при длительности лазерного импульса 5 нс с поверхности вращающегося графитового диска., были обнаружено наличие кластеров (или многоатомных молекул) углерода.

ВВЕДЕНИЕ

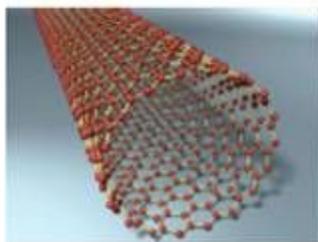
Графен (graphene) – моноатомный слой углерода



Большая поверхностная энергия должна препятствовать существованию графена в виде изолированного моноатомного слоя.



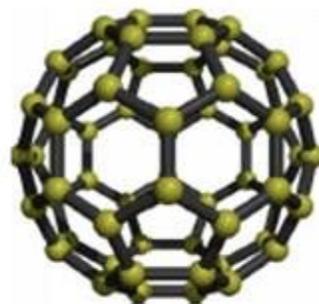
Графит – пакет из расположенных параллельно друг другу плоских слоев графена



Углеродные нанотрубки – слой графена в виде цилиндров.



Углеродные наноконусы – слой графена конической формы.



Фуллерены – сферические образования из графена.

- При последующих исследованиях этих образований выяснилось, что наиболее стабильными из обнаруженных соединений оказались молекулы с большим четным числом атомов, в первую очередь состоящие из 60 и 70 атомов - C₆₀ и C₇₀. Соединение C₆₀ имеет сферическую форму схожую с футбольным мячом, а C₇₀ - ближе к форме дыни (рис).
- Фуллерены представляют собой замкнутые молекулы углерода, в которых все атомы расположены в вершинах правильных шестиугольников или пятиугольников, покрывающих поверхность сферы или сфероида

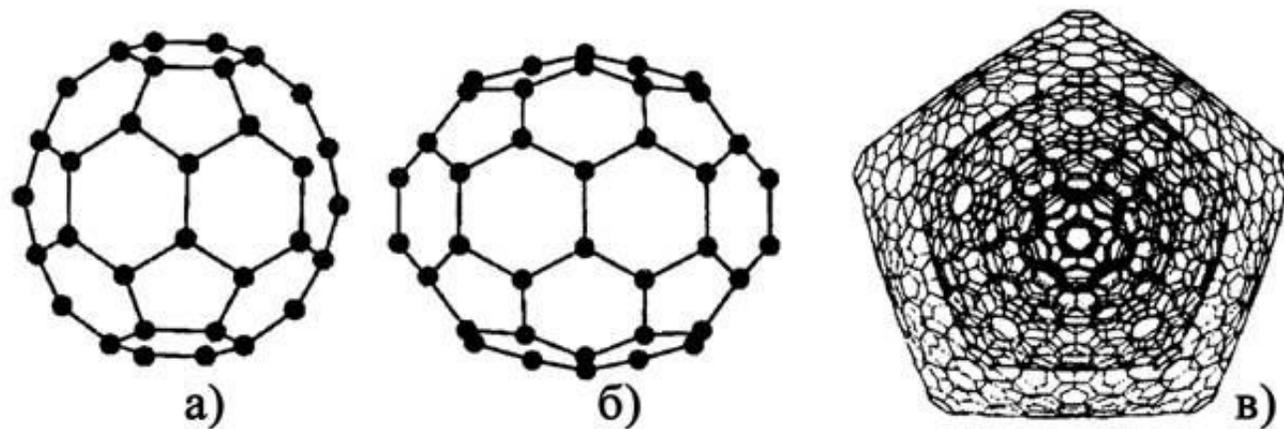


Рис. Фуллереновые молекулы: а) C₆₀, б) C₇₀, в) прогноз молекулы фуллерена, содержащей более 100 атомов углерода

Вопросы для самостоятельного изучения

1. В чем состоит причина самоочищения листа лотоса? Где может быть применён лотос-эффект? Составьте мини исследование и вышлите мне на электронную почту.
2. Возьмите немного порошка железа и рассыпьте его на листе бумаги. Поместите под листом магнит и начните его перемещать. Что происходит с частицами порошка и почему?
3. Какое количество сферических наночастиц серебра радиусом 5 нм содержится в 100 граммах нанопорошка этого металла?

• swetlana.guryanowa@yandex.ru